

Estimation du rendement boucher et de la teneur en viande maigre (TVM) des carcasses de porc à l'aide de différentes méthodologies de mesure de l'épaisseur de gras et du muscle dorsal

C. POMAR (1), A. FORTIN (2), M. MARCOUX (1)

Agriculture et Agroalimentaire Canada

*(1) Centre de Recherche et de Développement sur le Bovin laitier et le Porc
C.P. 90, Lennoxville, Québec, J1M 1Z3, Canada*

(2) Centre de Recherche de Lacombe, Lacombe, Alberta, T4L 1W1, Canada

Estimation du rendement boucher et de la teneur en viande maigre (TVM) des carcasses de porc à l'aide de différentes méthodologies de mesure de l'épaisseur de gras et du muscle dorsal

Deux cent soixante dix (270) carcasses ont été sélectionnées selon le sexe (castrat et femelle), le poids (léger, moyen, lourd) et l'épaisseur de gras (mince, moyen, épais) pour évaluer la précision de différentes sondes de classification, comparer différentes techniques de classification et actualiser les équations de prédiction du rendement boucher canadien. Les sondes optiques Hennessy (HGP2), Destron (PG-100) et CGM ont été utilisées selon la méthode de classification canadienne et la méthode CGM française. La sonde à ultrasons CVT a également été utilisée avec deux transducteurs (PCA-5049, 172 mm et PCB-5011, 125 mm). La découpe canadienne et européenne, la teneur en viande maigre (TVM) et le rendement boucher canadien 2000 ont été effectuées sur chaque moitié des carcasses.

Lors de la prédiction du rendement en viande des carcasses, l'ajout des termes quadratiques de la profondeur de gras ou du muscle ou de leurs interactions au modèle ayant déjà la profondeur de gras et du muscle n'améliorent pas de façon importante la variance totale expliquée (R^2) ni ne diminuent l'erreur résiduelle (ETR). L'ajout d'une équation par sexe, l'angle de perforation ou l'ajout d'un autre site de mesure n'améliore pas de façon importante la qualité des prédictions. Le CVT-PCB-5011 est la sonde qui permet d'obtenir le plus petit ETR lors de la prédiction des différents rendements en viande. Les sondes Hennessy, CVT-PCA-5049, CGM et Destron suivent, dans cet ordre. Le ETR moyen obtenu lors de la prédiction de la TVM est respectivement, 2,14, 2,18, 2,27, 2,28 et 2,43 kg/q.

Estimating pork lean yield and lean content (TVM) based on different methodologies measuring fat and muscle depth

Two hundred seventy (270) carcasses were selected according to sex (castrated males and females), weight (light, medium and heavy) and fat thickness (thin, medium and thick). The Hennessy (HGP2), Destron (PG-100) and CGM optic probes were used according to the Canadian and French CGM methods. The CVT ultrasound probe was used with two transducers (PCA-5049, 172 mm and PCB-5011, 125 mm). Each half carcass were then dissected according to the Canadian and European cutout methods. Canadian lean yield 2000 and the TVM were determined according to known methods.

When predicting carcass lean yield or lean content, adding fat or muscle quadratic terms or their interactions to the model which already includes fat and muscle depths does not improve significantly the explained variances (R^2) or decrease the residual standard deviation (RSD). Sex, the perforation angle or the inclusion of an additional measurement site does not greatly improve the quality of the predictions. The CVT-PCB-5011 produces the smaller RSD when predicting lean yield or TVM. The Hennessy, CVT-PCA-5049, CGM and Destron probes follow in this order. Their respective average RSD when predicting the TVM are 2,14, 2,18, 2,27, 2,28 et 2,43 kg/q.

INTRODUCTION

Le principal objectif des systèmes de classification des carcasses est d'établir leur valeur économique relative en des termes précis pour l'industrie de la viande. Au Canada, le système de classification valorise les carcasses en fonction de leur poids et de leur rendement boucher en viande, selon une grille de classification spécifique. Des méthodes de paiement similaires sont utilisées en France et dans d'autres pays de la C.E.

Pour l'industrie de la viande, les critères servant à définir la valeur de la carcasse changent progressivement en fonction des conditions du marché. Aujourd'hui, le rendement boucher des carcasses de porcs au Canada inclut les muscles disséqués des principales coupes commerciales, le flanc commercial et les côtes levées (AAC et al, 1994). La valeur de la carcasse peut aussi être définie en termes de viande dégraissée (États-Unis) ou de viande disséquée des coupes commerciales spécifiques (communauté européenne) (DAUMAS et al, 1998). Généralement, le rendement boucher ou en viande des carcasses est prédit à partir des mesures de l'épaisseur du gras et du muscle dorsal, ces mesures étant fortement corrélées avec la quantité totale de muscle de la carcasse. Cependant, les équations de prédiction du rendement boucher utilisées au Canada depuis la dernière enquête nationale menée en 1992 (AAC et al, 1994) sont imprécises pour certains types de porcs. C'est dans ce contexte qu'un projet de recherche a été conduit au Centre de recherche de Lennoxville entre 1999 et 2000. Nous ferons rapport dans ce document de la précision des différentes sondes de classification, de la comparaison des techniques de classification utilisées au Canada et en France et de la mise à jour des équations de prédiction du rendement boucher canadien.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Échantillonnage des carcasses

Cent trente-cinq carcasses provenant de mâles castrés et cent trente cinq de femelles ont été utilisées dans cette expérience. L'échantillonnage des carcasses a été stratifié selon 18 classes de poids et d'adiposité déterminées selon un dispositif factoriel 2x3x3 dont le sexe (mâles castrés et femelles), le niveau de gras (mince, moyen et épais) et le poids des carcasses (léger, moyen et lourd) sont les facteurs principaux. Les classes de poids et gras étaient centrées par rapport à la moyenne, celle-ci étant égale à la moyenne de la population (femelles et castrats confondus). Chacune des strates représentait approximativement 33% de l'échantillon total.

1.2. Équipements de classification utilisés

L'épaisseur de gras (G) et la profondeur du muscle (M) ont été obtenues à l'abattoir par trois sondes optiques et un instrument à ultrasons:

- HGP2, Hennessy Grading Systems Limited, Nouvelle-Zélande (Hennessy).
- PG-100, Anitech Identification System Inc., Canada

(Destron).

- CGM, SYDEL, France.
- CVT, Animal Ultrasounds Services Inc., États-Unis. Deux transducteurs ont été utilisés dont le PCA-5049 (3,5 MHz, 172 mm) et le PCB-5011 (3,5 MHz, 125 mm).

1.3. Collecte de données à l'abattoir

Avec peu d'exceptions, une carcasse de chaque classe de poids, de gras et de sexe a été sélectionnée le lundi de chacune des 15 semaines de collecte pour un total de 18 carcasses par semaine. Avant le début des prises de données, le bon fonctionnement des appareils et leur calibration ont été vérifiés selon les recommandations du fabricant. Un seul opérateur agréé et expérimenté a réalisé les lectures des sondes optiques alors que deux opérateurs expérimentés ont réalisé les mesures ultrasons. Pour les trois sondes optiques utilisées dans ce projet, l'opérateur a effectué les mesures en fonction des systèmes de classification canadien et européen définis comme suit :

- Système de classification canadien (CAN) : lecture de l'épaisseur du gras dorsal et du muscle de la longe entre la 3^e et la 4^e dernières côtes à 7 cm de la fente de la carcasse et perpendiculairement à la couenne.
- Méthode avec la CGM (EURO): deux sites de mesure sont utilisés :
 - A) Lecture de l'épaisseur du gras dorsal et du muscle de la longe entre la 3^e et la 4^e dernières côtes à 6 cm et parallèle à la fente de la carcasse.
 - B) Lecture de l'épaisseur de gras entre la 3^e et la 4^e dernières vertèbres lombaires à 8 cm de la fente de la carcasse, perpendiculairement à la couenne.

Les trois sondes optiques ont été utilisées pour les mesures au site A, mais seule la sonde CGM a été utilisée pour celles au site B.

Les lectures de la sonde à ultrasons ont été réalisées en plaçant le transducteur en position parallèle à la ligne médiane à 5 cm de celle-ci. Les mesures ultrasons ont toujours été prises avant les mesures avec les sondes optiques. L'ordre d'utilisation des sondes optiques était planifié pour s'assurer que celles-ci pénétraient le même nombre de fois en 1^{er}, 2^e et 3^e perforation. Suite à un test préliminaire, il a été décidé de ne pas corriger les lectures des sondes en fonction de leur ordre de perforation. Après la prise de mesures, les carcasses ont été entreposées à 4°C.

1.4. Collecte de données au Centre de recherches

Du mardi au vendredi, les carcasses ont été pesées et disséquées. Les côtés droits et gauches des carcasses ont été utilisés alternativement pour les dissections canadienne et européenne.

La découpe et la dissection bouchère européenne et le calcul de la teneur en viande maigre (TVM) ont été réalisées selon la méthode proposée par WALSTRA et MERKUS (1996) et décrite par DAUMAS et DHORNE (1997).

La découpe et la dissection bouchère canadienne 2000

(RB2000) ont été effectuées en respectant un guide de procédures disponible au début du projet. Cette découpe est similaire à celle utilisée dans la dernière enquête nationale menée en 1992 au Canada (AAC et al, 1994). Le rendement boucher est obtenu comme suit :

$$\text{Rendement boucher 2000 (RB2000)} = \frac{100 (\text{viande maigre})}{\sum \text{pièces de la dissection des découpes primaires}}$$

où :

viande maigre = somme des poids des muscles du picnic, soc, jarret avant, jambon (*m. biceps femoris*, *m. semimembranosus*, *m. semitendinosus*, tête du filet mignon, muscle), flanc (côtes levées, muscles des oreilles, flanc commercial) et longe (filet mignon paré commercialement, *m. Longissimus*, muscles entre côtes levées, autres muscles) et,

pièces de la dissection des découpes primaires = somme des poids des morceaux du picnic, soc, jarret, jambon, flanc, longe, os du cou, muscles du cou, pied avant et bajoue.

À noter que le flanc n'est pas disséqué et que, par conséquent, il inclut les côtes levées, la couenne, les muscles des oreilles, le gras des parures, les tétines et le flanc commercial. La carcasse est présentée sans tête, sans rognon et sans panne.

1.5. Analyses statistiques

Les données recueillies sur les 270 carcasses ont été soumises à différentes analyses de corrélation et régression (STEEL et TORRIE, 1980) entre les variables indépendantes (épaisseur du gras dorsal, G et profondeur du muscle, M aux différents sites et angles de mesure) et les variables dépendantes (rendement boucher canadien 2000 et TVM). La qualité des régressions a été évaluée d'après les statistiques relatives à l'ordonnée à l'origine et aux coefficients de régression, le coefficient de détermination ajusté (R^2), l'écart type résiduel total (ETR). Seuls les termes significativement différents de zéro ($P < 0,05$) ont été acceptés.

L'équation de prédiction du rendement boucher canadien ou de la TVM a été obtenue par ajout successif des variables en commençant par la plus explicative (généralement G). Pour vérifier si les pentes sont homogènes pour les deux sexes, nous avons analysé l'interaction entre la variable sexe et les variables prédictives du modèle. Dans les cas où cette interaction est significative, les pentes sont différentes (hétérogènes) et une équation par sexe peut être envisagée. Lorsque les pentes sont homogènes les termes des interactions sont enlevés et l'effet principal du facteur sexe peut être testé. Lorsque ce facteur sexe est significatif, cela signifie que les ordonnées à l'origine sont différentes selon le sexe et une valeur différente par sexe peut être retenue.

Pour chacun des modèles élaborés, la normalité des résidus a été vérifiée en utilisant le test de Shapiro-Wilk. De plus, un examen visuel des résidus en fonction des valeurs prédites a été fait à fin de vérifier l'homogénéité des variances. Les résidus ont été mis en relation avec les variables prédictives

et d'autres variables comme le sexe, afin de voir s'il ne restait pas une partie de la variabilité résiduelle non expliquée en fonction de ces variables. La présence de données aberrantes et des données influentes a été étudiée et ces données ont été écartées pour le calcul des équations de prédiction afin d'améliorer leur robustesse. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS (SAS, 1990).

2. RÉSULTATS

Le poids moyen des carcasses des porcs abattus pour ce projet est de 84,35 kg, ce qui est proche de la moyenne provinciale de 1999 qui se situait à 84,44 kg pour les 6 140 783 porcs classés au Québec. Ces carcasses sont plus lourdes (+3,13 kg) et plus maigres que celles de la découpe de 1992, en raison d'une moindre valeur de G (18,07-18,87 = -0,80 mm) et une valeur M accrue (47,86 - 56,26 = +8,40 mm), telles que mesurées par la sonde Hennessy. Le rendement boucher 2000 moyen est de 61,40 % avec un écart type de 2,66 et la TVM moyenne est de 53,92 kg/q avec un écart type de 3,57. Cette valeur de TVM est inférieure de 5,58 kg/q en moyenne, à celle des carcasses ayant servi à la détermination de la TVM en France (DAUMAS et DHORNE, 1997).

2.1. Prédiction du rendement boucher des carcasses et de la TVM

2.1.1. Choix du modèle statistique

Douze modèles de régression ont été étudiés correspondant aux 12 combinaisons possibles des variables indépendantes utilisées. Pour aucun de ces modèles, M et son interaction avec G ne sont pas significatifs ($P > 0,05$), pendant que le terme quadratique de G n'est différent de zéro ($P < 0,05$) que dans un nombre très limité de cas. Néanmoins, le modèle ayant G et son terme quadratique est toujours moins précis que le modèle ayant G et M simultanément. L'épaisseur M seul est toujours différent de zéro ($P < 0,05$) mais la qualité de la relation est dans tous le cas inférieure à celle obtenue avec G, seule ou en combinaison avec M. Finalement, l'ajout du terme quadratique de G au modèle ayant déjà G et M n'améliore pas de façon importante la variance totale expliquée (R^2) et ne diminue pas l'erreur résiduel (ETR). La forme du modèle retenu est donc la suivante :

$$\text{Rendement en viande} = a + b \times G + c \times M$$

Les équations de prédiction du rendement boucher de l'ensemble des carcasses selon le modèle de régression retenu sont présentées dans le tableau 1. Ce modèle est similaire à celui utilisée actuellement en France avec la sonde CGM (Commission des C.E., 1994) et celui proposé par COOK et al. (1989) et DIESTRE et al. (1989). Le modèle utilisé actuellement au Canada pour prédire le rendement boucher inclut, en plus des termes antérieurs, leurs interactions et les termes quadratiques de G et de M (AAC et al, 1994). D'après les résultats obtenus dans cette étude, l'utilisation de ce modèle n'est plus justifiable. En effet, l'ajout de termes non significatifs risquent d'apporter de la multicollinéarité entre les variables prédictives sans améliorer la précision du modèle en termes de R^2 et de ETR. Finalement, il ne faut pas négliger

Tableau 1 - Équations de prédiction du rendement boucher (RB2000) et de la TVM des carcasses selon le modèle de régression retenu (1)

Rendement	Origine des variables indépendantes		Qualité du modèle		Paramètres		
	Sonde	Site(2)	ETR	R ²	a	b	c
RB2000	Hennessy	CAN	1,531	0,672	67,01342	-0,55911	0,08515
	Hennessy	EURO	1,611	0,637	65,71341	-0,49084	0,09512
	Destron	CAN	1,817	0,544	67,34099	-0,48681	0,05963
	Destron	EURO	1,713	0,595	65,97081	-0,49090	0,09068
	CGM	CAN	1,671	0,609	66,27994	-0,52115	0,08165
	CGM	EURO	1,637	0,625	64,44622	-0,47982	0,11093
	Ultrasons PCA-5049		1,624	0,631	60,32979	-0,45013	0,15630
	Ultrasons PCB-5011		1,517	0,678	61,35481	-0,44278	0,14864
TVM	Hennessy	CAN	2,147	0,641	58,86656	-0,71649	0,14218
	Hennessy	EURO	2,215	0,617	58,11719	-0,63756	0,14281
	Destron	CAN	2,516	0,512	58,92323	-0,61351	0,11130
	Destron	EURO	2,349	0,575	57,86932	-0,63554	0,14666
	CGM	CAN	2,244	0,608	57,88962	-0,68015	0,14264
	CGM	EURO	2,306	0,585	56,46911	-0,61227	0,15975
	Ultrasons PCA-5049		2,274	0,598	50,13713	-0,57412	0,23332
	Ultrasons PCB-5011		2,144	0,642	51,53353	-0,56269	0,22212

(1) Rendement (RB-2000 ou TVM) = a + b x (épaisseur de gras) + c x (profondeur du muscle)

(2) CAN : mesures prises à 7 cm de la ligne médiane de la carcasse et perpendiculaire à la couenne

EURO : à 6 cm de la ligne médiane et parallèle à celle-ci

Ultrasons : à 5 cm de la ligne médiane et parallèle à celle-ci

que si ces équations devaient être incorporées dans les sondes elles-mêmes, le nombre de chiffres significatifs que celles-ci peuvent accepter ajoutera une source additionnelle d'erreur lors de l'arrondissement des paramètres.

Cependant, l'utilisation d'un modèle strictement linéaire par rapport aux variables prédictives pose le problème essentiel des biais globaux ou locaux d'estimation. Il est en effet peu probable que les espérances conditionnelles du rendement boucher par rapport aux prédictives (G et M) soient linéaires compte tenu du phénomène étudié. Par contre, l'incorporation de termes quadratiques a été tentée mais les résultats sont peu justifiables du point de vue statistique. D'après nos résultats le phénomène reste donc majoritairement linéaire dans les intervalles de variation étudiés. Ce

choix est d'autant plus important, que l'échantillonnage réalisé dans cette expérience a été planifié de façon à favoriser les carcasses plus extrêmes.

2.1.2. Effet du sexe

Nous avons étudié 30 estimations de rendement correspondant aux variables dépendantes et indépendantes considérées. Les résultats de cette analyse démontrent que dans presque la moitié des cas (14), il existe une interaction significative (P<0,05) entre le sexe et le gras ou entre le sexe et le muscle. Dans 8 de ces 14 cas, nous avons observé que celle-ci était peu importante car elle était provoquée par un nombre limité d'observations influentes. Six (6) des 30 combinaisons montrent donc un effet sexe sur la pente

Tableau 2 - Effet du sexe sur la qualité de la prédiction du rendement boucher 2000

Site (1)	Sonde	Femelle		Castrat		Tous	
		R ²	ETR	R ²	ETR	R ²	ETR
CAN	Hennessy	0,753	1,392	0,577	1,608	0,672	1,531
	Destron	0,570	1,849	0,492	1,768	0,544	1,817
	CGM	0,684	1,574	0,523	1,707	0,609	1,671
EURO	Hennessy	0,702	1,530	0,561	1,638	0,637	1,611
	Destron	0,681	1,592	0,496	1,761	0,595	1,713
	CGM	0,683	1,577	0,555	1,650	0,625	1,637
	Ultrasons PCA-5049	0,718	1,490	0,520	1,713	0,631	1,624
	Ultrasons PCB-5011	0,731	1,452	0,608	1,548	0,678	1,517

(1) CAN : mesures prises à 7 cm de la ligne médiane de la carcasse et perpendiculaire à la couenne

EURO : à 6 cm de la ligne médiane et parallèle à celle-ci

Ultrasons : à 5 cm de la ligne médiane et parallèle à celle-ci

et/ou l'ordonnée à l'origine. Nous avons donc évalué dans le modèle global (les deux sexes confondus) s'il y avait un effet du sexe sur les résidus de la régression, afin de savoir si le modèle était biaisé par le sexe. Pour la sonde Destron, l'analyse de covariance montre qu'il n'y a pas d'effet du sexe, alors que pour la sonde Hennessy, l'effet du sexe est significatif. Ainsi, pour la sonde Hennessy, le ETR de l'équation globale est de 1,53 (tableau 2). Lorsque nous définissons une équation par sexe, le résidu associé aux femelles est amélioré (ETR=1,39) alors que pour les castrats il est détérioré (ETR=1,61). L'erreur résiduelle n'a donc pas diminuée de beaucoup dans son ensemble. Étant donné la complexité de la mise en place d'un système de classification incluant le sexe dans les équations de prédiction du rendement boucher, il semble discutable dans le contexte canadien de classification d'utiliser un système par sexe. Néanmoins, il est important de noter que les carcasses des femelles échantillonnées dans cette étude sont probablement plus grasses que la moyenne de la population puisque celles-ci ont été sélectionnées pour avoir un poids et une épaisseur G égale à la moyenne de la population, les deux sexes confondus. Pour les castrats le même principe s'applique. Bien que l'échantillonnage utilisé dans cette étude ne soit pas le plus approprié pour tester l'effet sexe, les résultats obtenus sont une bonne indication de la faiblesse de l'effet du sexe sur la qualité des équations de prédiction du rendement boucher des carcasses. Dans les publications de FORTIN et al (1984), ENGEL et WALSTRA (1993) et DAUMAS et al (1994; 1998), on signale également un effet significatif, quoique faible, du sexe sur l'estimation du rendement en viande maigre des carcasses de femelles et de mâles castrés. Ces résultats contrastent de ceux obtenus avec la méthode dite " de référence " proposée par DAUMAS et DHORNE, (1997). À l'heure actuelle, seule la France a décidé de formuler des équations distinctes pour les femelles et les mâles castrés.

2.1.3. Angle de perforation

Étant donné que les carcasses ne se présentent au sondeur toujours de la même manière et que la forme des carcasses n'est pas toujours la même, l'angle canadien de perforation est parfois jugé arbitrairement et des erreurs de mesure pourraient être introduites. Pour palier à ce problème, il a été proposé de perforer les carcasses à 6 cm et parallèlement à la fente de la carcasse (site EURO).

Pour le modèle de prédiction retenu, et pour l'ensemble des sondes et rendements, le site EURO de pénétration est légèrement supérieur au site canadien et, ceci, autant pour les résidus (moyennes de 1,815 et 1,832, respectivement; tableau 1) que pour la variance expliquée (R^2) (moyennes de 60,1 et 59,1, respectivement). Néanmoins, ces différences entre les sites de pénétration ne sont pas toujours dans le même sens et varient selon le rendement prédit ou la sonde utilisée. Par exemple, le site EURO de pénétration a des résidus inférieurs et des R^2 supérieurs au site canadien pour les sondes CGM et Destron lorsque les lectures sont utilisées pour prédire le RB2000. Par contre, le site canadien semble supérieur au site EURO lorsqu'on prédit ce même rendement avec la sonde Hennessy. Des résultats similaires sont obtenus avec les autres

sondes et rendements. Les mêmes conclusions peuvent être tirées pour les autres modèles de régression étudiés.

Finalement, puisque les différences entre la précision des prédictions du rendement en maigre ne semblent pas importantes selon l'angle de perforation pour les différentes sondes et rendements prédits, les deux modes de sondage semblent équivalents lorsque la prédiction du rendement en muscles est le seul critère de choix. Néanmoins, il est possible qu'en conditions d'abattage commercial l'angle canadien ait une précision inférieure due à des erreurs lors de l'estimation de l'angle de perforation par des opérateurs moins expérimentés ou travaillant avec une cadence de sondage importante.

2.1.4. Comparaison des équipements de classification évalués

Pour prédire RB2000 avec le modèle de régression retenu, l'appareil à ultrasons avec le transducteur court (PCB-5011) est celui qui présente le plus petit écart type résiduel et le meilleur coefficient de détermination (tableau 1), respectivement 1,517 et 0,678. La sonde Hennessy, selon l'angle de pénétration canadien, est un peu moins précise que la sonde à ultrasons avec le transducteur court mais la différence entre les deux sondes est relativement faible. Le ETR et le R^2 de cette sonde étant respectivement de 1,531 et 0,672, soit un écart de ETR de moins de 1%. Cette augmentation est de l'ordre de 6% lorsqu'on compare le ETR obtenu avec les ultrasons à transducteur court et la sonde Hennessy selon l'angle de perforation européen. L'appareil à ultrasons avec le transducteur long (PCA-5049), la sonde CGM et la sonde Destron conduisent à des précisions voisines de celles décrites antérieurement. Pour ces dernières sondes, l'augmentation relative du ETR par rapport à l'appareil à ultrasons (PCB-5011) est de 7, 8 (site EURO) et 13 % (site EURO). Des valeurs similaires sont obtenues pour la TVM. De tous les appareils évalués, la sonde Destron semble la moins précise et la différence peut s'avérer importante, soit jusqu'à 20% par rapport à la sonde Hennessy. COOK et al. (1989) avait aussi observé que la sonde Destron était moins précise que la Hennessy et ceci en contradiction avec les résultats de DIESTRE et al. (1989). Pour l'ensemble des angles de pénétration et des rendements prédits, le ETR moyen par sonde est présenté dans la figure 1. Par rapport au meilleur instrument (ultrasons-T5011), le ETR moyen des sondes Hennessy, Ultrasons PCA-5049, CGM et Destron

Figure 1 - Écart type résiduel moyen des prédictions de la TVM selon le modèle de régression retenu

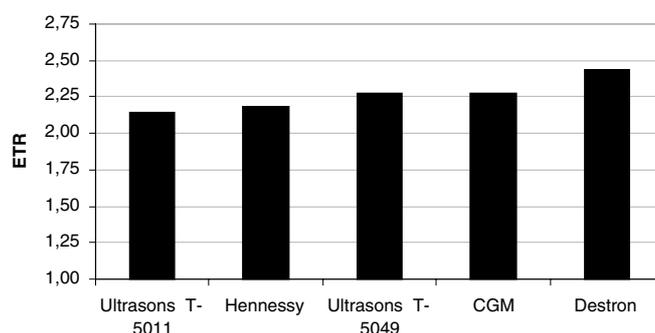


Tableau 3 - Équations de prédiction du rendement boucher (RB2000) et de la TVM des carcasses selon le modèle de régression adapté aux systèmes canadien de classification (deux variables indépendantes) ou la méthode avec la CGM (trois variables indépendantes)

Rendement	Origine des variables indépendantes		Qualité du modèle		Paramètres			
	Modèle	Site	ETR	R ²	a	b ₁	b ₂	c
RB2000	G1G2M2 (1)	CAN(3)	1,645	0,623	66,76038	-0,11823	-0,42738	0,08586
	G2M2H (2)	CAN	1,671	0,609	66,27994		-0,52115	0,08165
	G1GM2	EURO (3)	1,606	0,641	64,94135	-0,12995	-0,38291	0,11781
	G2M2	EURO	1,637	0,625	64,44622		-0,47982	0,11093
TVM	G1G2M2	CAN	2,202	0,623	58,58060	-0,17005	-0,54528	0,14869
	G2M2	CAN	2,244	0,608	57,88962		-0,68015	0,14264
	G1G2M2	EURO	2,266	0,601	57,13604	-0,17504	-0,48173	0,16902
	G2M2	EURO	2,306	0,585	56,46911		-0,61227	0,15975

(1) Rendement = a + b₁ x Gras (G1) + b₂ x Gras (G2) + c x Muscle (M2)

(2) Rendement = a + b₂ x Gras (G2) + c x Muscle (M2)

(3) G1 : Dans tous les cas, la mesure de l'épaisseur du gras dorsal est prise entre la 3^{ème} et 4^{ème} dernières vertèbres lombaires, à 8 cm de la fente de la carcasse et perpendiculairement à la couenne

augmentent de 2, 6, 6 et 13 %, respectivement. Néanmoins, il est important de noter que les appareils à ultrasons sont plus difficiles à utiliser, nécessitent des opérateurs expérimentés et des conditions de mesure plus stables (HULSEGGE et MERKUS, 1997).

2.1.5. Effet du nombre de sites de mesure

Le tableau 3 présente les résultats de la prédiction du rendement boucher et de la TVM en utilisant ou non la variable G mesurée entre la 3^{ème} et la 4^{ème} dernières vertèbres lombaires (G1) obtenue avec la sonde CGM. Les résultats de cette étude montrent que pour l'ensemble des variables dépendantes étudiées, l'ajout de cette variable au modèle retenu augmente d'environ 1,5% le R² et diminue d'environ 0,03 kg/q le ETR. Ces résultats sont en accord avec HULSEGGE et al. (1994) qui avait observé que l'utilisation de plusieurs sites de mesure ne diminue pas de façon significative le ETR ainsi qu'avec ceux de COOK et al. (1989) et DIESTRE et al. (1989).

La multiplicité des sites de mesures a un double inconvénient, à savoir une surcharge de travail en conditions industrielles et une colinéarité des variables prédictives. En revanche dans le cas d'une forte variabilité de la mesure d'une même épaisseur à deux sites différents, l'utilisation de cette deuxième mesure peut fortement améliorer la prédiction car elle diminue le biais d'estimation dû à l'erreur de mesure sur les variables prédictives. Dans notre cas, la variable gras a une faible variabilité et la corrélation entre les deux sites est de 0,782 (corrélations de Spearman). Pour ces raisons, l'ajout d'un deuxième site de mesure de l'épaisseur de gras n'améliore pas, du point de vue statistique, l'estimation du rendement boucher. Par contre, une

deuxième perforation de la carcasse peut être d'une très grande utilité lorsqu'il est question d'identifier les mauvaises lectures des instruments et établir un protocole cohérent d'alarmes.

CONCLUSION

L'appareil à ultrasons avec le transducteur court (PCB-5011) est celui qui permet d'obtenir le plus petit écart type résiduel lors de la prédiction du rendement en viande des carcasses et ceci, indépendamment de la variable dépendante prédite ou de l'angle de perforation utilisé. La sonde Hennessy est un peu moins précise que la sonde à ultrasons avec le transducteur court mais la différence entre les deux sondes est relativement petite. L'appareil à ultrasons avec le transducteur long (PCA-5049), la sonde CGM et la sonde Destron suivent, dans cet ordre, les sondes précédentes. De tous les appareils évalués, la sonde Destron semble la moins précise et la différence peut s'avérer importante.

Pour l'ensemble des sondes et rendements obtenus, le site EURO de pénétration est légèrement plus performant que le site canadien et ceci aussi bien pour les résidus que pour la variance expliquée. Néanmoins, ces différences entre les sites de pénétration ne sont pas toujours dans le même sens selon le rendement prédit ou la sonde utilisée. Étant donné le peu de différence entre les deux sites de classification, les deux sites de perforation peuvent être retenus dans un éventuel système de classification.

L'utilisation de deux sites de mesure de l'épaisseur de gras, telle que proposée dans la méthode avec la CGM, n'améliore que légèrement la qualité des prédictions du rendement en

coupe. Cette amélioration est de 0,03 kg/q pour l'écart type résiduel et de 0,015 pour le coefficient de détermination.

Le modèle proposé pour prédire le rendement boucher des carcasses a la forme suivante:

Rendement en maigre = $a + b \times (\text{épaisseur de gras}) + c \times (\text{profondeur du muscle})$.

Le développement d'équations de prédiction du rendement boucher des carcasses spécifiques pour chaque sexe est parfois, mais pas toujours nécessaire. Dans tous les cas, la qualité des prédictions n'est que peu ou pas améliorée.

REMERCIEMENTS

Le présent travail de recherche a été financé par Agriculture et Agroalimentaire Canada, la Fédération des Producteurs Porcs du Québec, Le Centre de Développement du Porc du Québec Inc. et le Conseil des Viandes du Canada. Les auteurs désirent remercier Hugo BOURDAGES, Anick LEPAGE, André BOUCHARD, Jean-Paul DAIGLE, James STOUFFER, Yves RONDEAU, Bernard JOLY et Don BRERTON pour leur précieuse aide ainsi que le personnel de l'abattoir Olymel-Flamingo de Princeville pour leur excellente collaboration.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA (A.A.C.), CONSEIL DES VIANDES DU CANADA, CONSEIL CANADIEN DU PORC, 1994. Enquête nationale sur le rendement boucher du porc (1992) : une initiative de recherche commune d' Agriculture et agroalimentaire Canada, le Conseil des viandes du Canada et le Conseil canadien du porc. 107 p.
- Commission des C.E., 1994. Règlement 3127/94 du 20 décembre 1994. J.O.C.E. no L330 du 21.12.94, 43-44.
- COOK G.L., CHADWICK J.P., KEMPSTER A.J., 1989. Anim. Prod., 48, 427-434.
- DAUMAS G., CAUSEUR D., DHORNE T., SCHOLLHAMMER E., 1998. Journées Rech. Porcine en France, 30, 1-6.
- DAUMAS G., DHORNE T., 1997. Journées Rech. Porcine en France, 29, 411-418.
- DAUMAS G., DHORNE T., GISPERT M., 1994. Accounting for the sex effect on prediction of pig carcass lean meat percentage in the Community. Proc. 40th ICMST, S-III.11.
- DIESTRE A., GISPERT M., OLIVER M.A., 1989. Anim. Prod., 48, 443-448.
- ENGEL B., WALSTRA P., 1993. Anim. Prod. 57, 147-152.
- FORTIN A., JONES S.D.M., HAWORTH C., 1984. Meat Sci., 10, 131-144.
- HULSEGGÉ B., STERRENBURG P., MERKUS G.S.M., 1994. Anim. Prod., 59, 119-123.
- HULSEGGÉ B., MERKUS G.S.M., 1997. Anim. Sci., 64, 379-383.
- SAS, 1990. SAS/STAT user's guide: Statistics. (Version 6, 4th ed.) Vol. 2. SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- STEEL R.G.D., TORRIE J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach (2nd Ed.). McGraw-Hill Publishing Co., New York.
- WALSTRA P., MERKUS G.S.M., 1996. Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the EU reference dissection method in pig carcass classification. Report ID-DLO 96.014, The Netherlands.